

19  
19  
19

# Hydraulics

3<sup>rd</sup> Year civil

First Term (2009 - 2010)

Chapter ( )

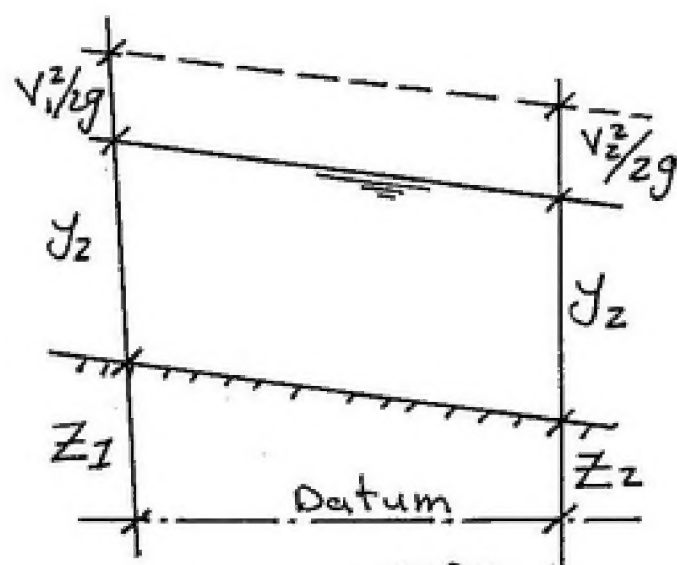
2009 - 2010

Non uniform flow

بسم الله الرحمن الرحيم

Rapidly Varied Flowspecific Energy

$$E_1 = Z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

 $Z_1$ : position head $y_1$ : pressure head $\frac{V_1^2}{2g}$ : velocity head

ملاحظه: اذا تم اعتبار قاع القناة هو مستوى إعتبار نجد

$$E = y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

specific energy:

it is the total energy in section considering  
Canal bed level is the datum

هو الطاقة الكلية داخل الجرى لها على اعتبار أنه قاع  
القناة هو مستوى إعتبار.

Rectangular section:

$$\therefore Q = A \times V$$

$$\therefore Q = q \times B$$

$$\therefore q \cdot B = A \cdot V$$

$$q \cdot B = B \cdot y \cdot V$$

$$\therefore q = V \cdot y \quad \Rightarrow \quad V = \frac{q}{y}$$

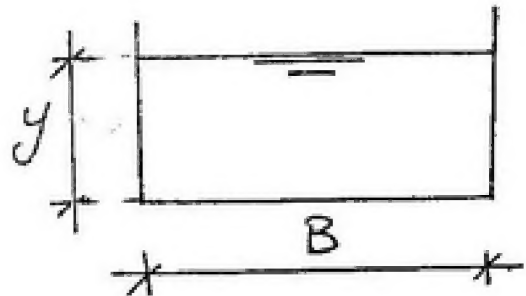
$$\therefore E = y + \frac{V^2}{2g} = y + \frac{q^2}{2gy^2}$$

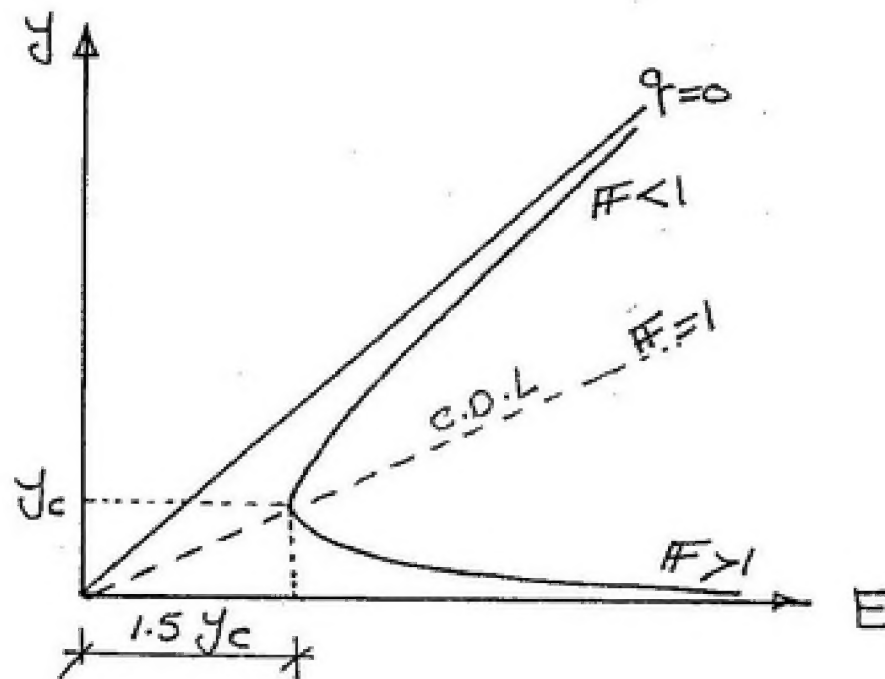
$$\boxed{E = y + \frac{q^2}{2gy^2}} \quad \text{!}$$

for  $q$  is Constant draw the relation between  $E$  and  $y$

$$\text{at } q = 0 \quad \Rightarrow \quad E = y$$

$$\text{for } E_{\min} \quad \frac{dE}{dy} = 0$$





$$0 = 1 - \frac{2q^2}{2gy^3}$$

$$\boxed{g \cdot y^3 = q^2}$$

sub's in  $\frac{1}{2}$

$$E = y + \frac{q \cdot y^3}{2gy^2}$$

$$E = y + \frac{1}{2}y$$

$$\boxed{E_{min} = 1.5 y_c}$$

Critical depth Line : (C.D.L)

هو الخط الهندسي الذي تقع عليه جميع النقاط التي  
عمرها هو العمق الحرج ( $y_c$ ) وعليه جميع النقاط  
لها نفس  $Fr = 1.0$

Critical depth:

هو عمق الماء في الجري لها  $Fr = 1$  والذي تصل عنده قيمة الطاقة  
النوعية إلى أقل قيمة ممكنة عند ثبات الشرف وعنده  
قيمة

$$Fr = 1$$

$$E = E_{min} = 1.5 y_c$$

$$y_c = \sqrt[3]{q^2/g}$$

prove

$$q^2 = g \cdot y_c^3 \quad (1) \Rightarrow y_c = \sqrt[3]{q^2/g}$$

$$q = v \cdot y \quad (2)$$

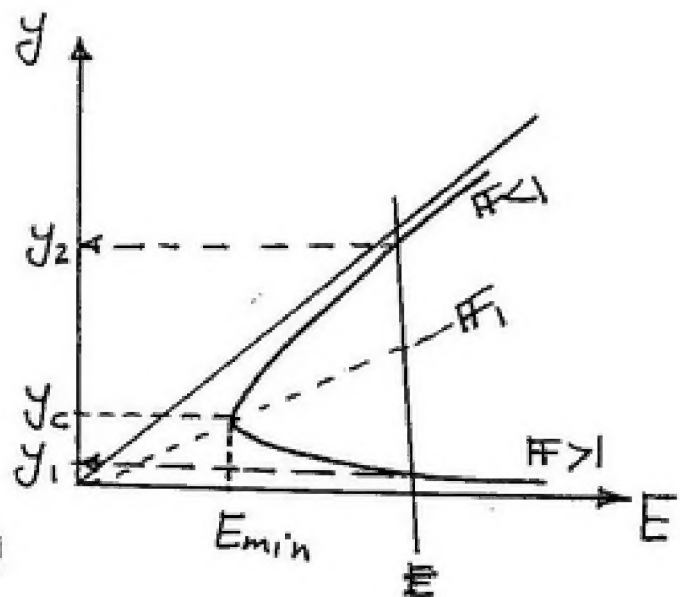
from (2) in (1)

$$v^2 \cdot y^2 = g \cdot y_c^3$$

$$\frac{v^2}{g \cdot y_c} = 1 \Rightarrow \frac{v}{\sqrt{g \cdot y}} = 1 = Fr$$



بملاحظة من الطاقة  
 نجد أنه عند أي قيمة  
 للطاقة أكبر من  $E_{min}$   
 نجد أن هناك عمقين  
 للريان يعرفان بـ  
 (alternative depths)



alternative depth:

كما، المقام اللذان هما نفس الطاقة النوعية داخل  
 المقاطع عند ثبات الشرف ولكن أحدهما subcritical  
 والآخر super critical

For any section:

$$E = y + \frac{V^2}{2g}$$

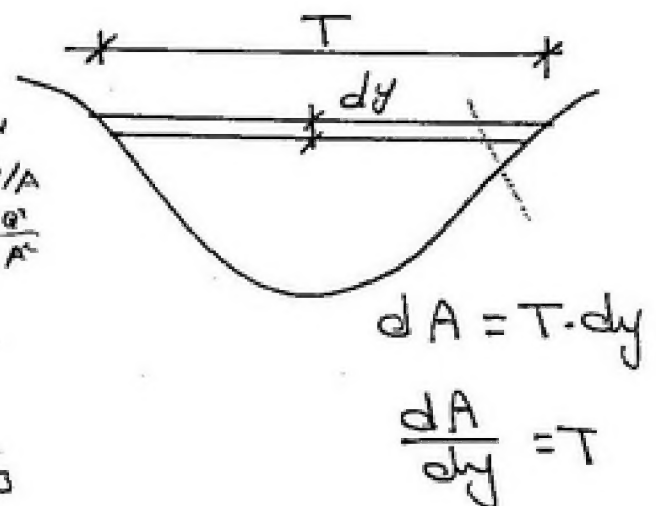
$$Q = A \cdot V$$

$$V = Q/A$$

$$V^2 = \frac{Q^2}{A^2}$$

$$E = y + \frac{Q^2}{2gA^2}$$

for  $E_{min}$   $\frac{dE}{dy} = 0$



$$0 = 1 - \frac{Q^2}{g A^3} \cdot \frac{dA}{dy}$$

$$\therefore \frac{Q^2}{g A^3} \cdot T = 1$$

$$\therefore \boxed{\frac{Q^2}{g} = \frac{A^3}{T}} \quad \text{at } y = y_c$$

$$\therefore E_{min} = y + \frac{A^3 \cdot g}{2T \cdot g \cdot A^3}$$

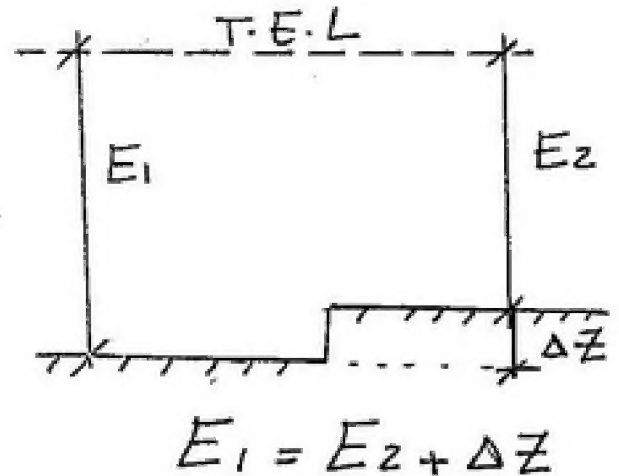
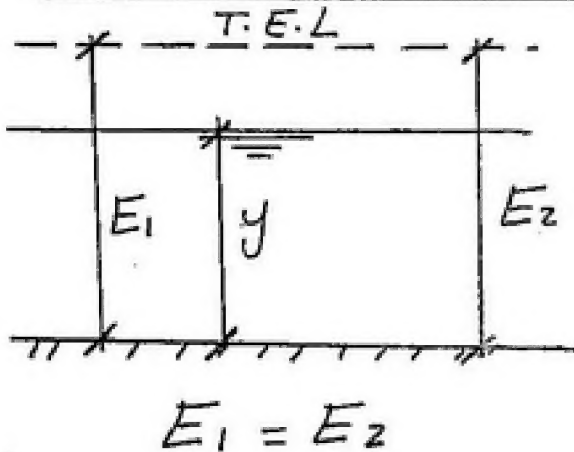
$$E_{min} = y + \frac{A}{2T}$$

$$\therefore \frac{A}{T} = y_h$$

$$\therefore \boxed{E_{min} = y + \frac{y_h}{2}}$$

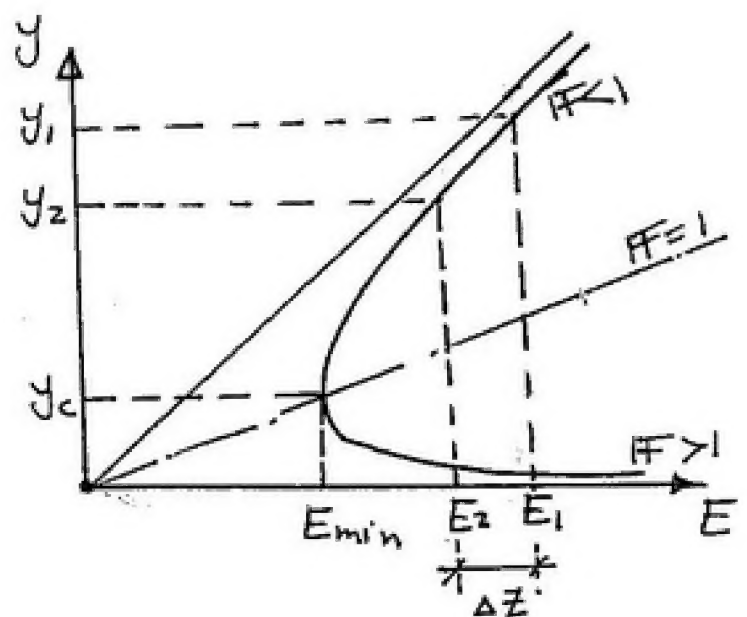
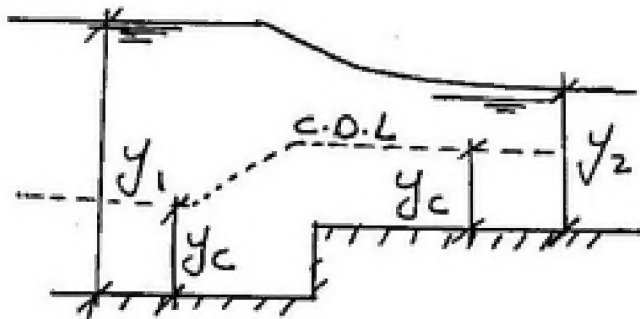
## Applications of sp. E. diagram

! Hump in the bed:



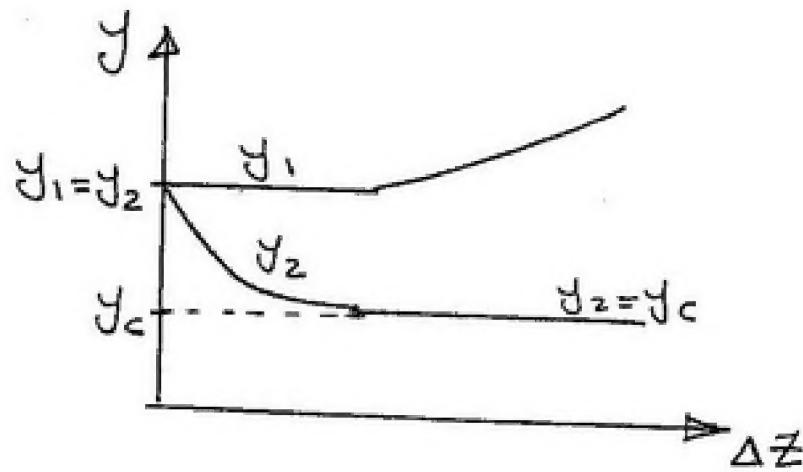
ما هو تأثير وجود عتبة في الجرى لمانى على عمق الماء

Case (1)  $F_n < 1$





عندما يكون السريان قبل العتبة أقل من السريان الحرج  
فإننا نجد أنه بعد الماء يفيض فوق العتبة ينخفض بزيادة ارتفاع  
العتبة ( $\Delta Z$ ) حتى يصل إلى التجمع الحرج للماء فوق العتبة ( $y_c$ )  
وبعد هذا يبدأ عمق الماء ( $y_1$ ) قبل العتبة في الارتفاع .



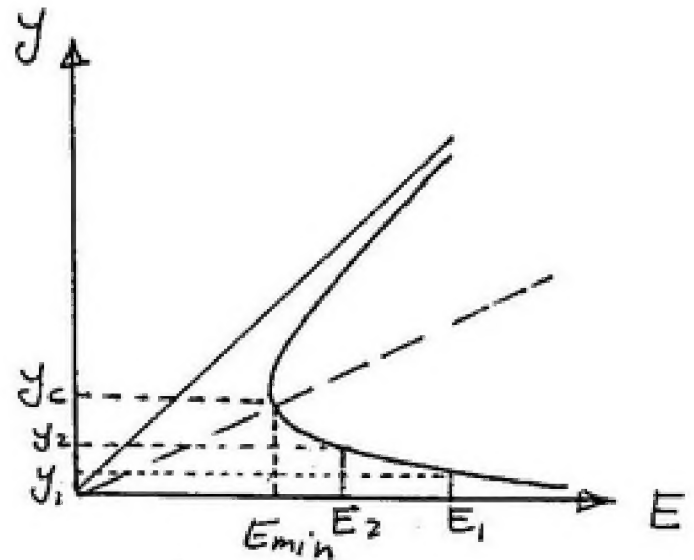
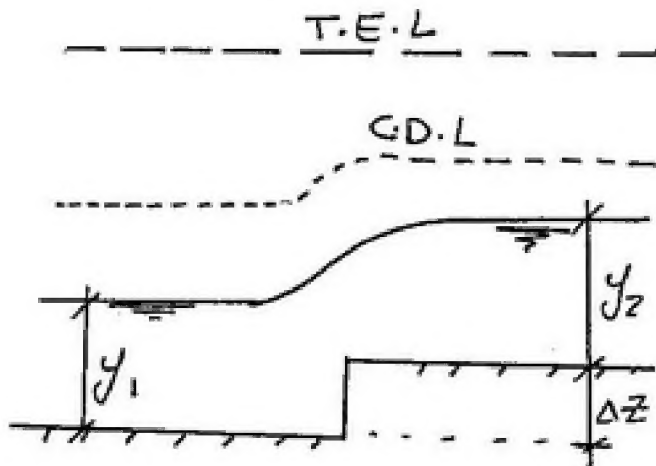
الاستفادة من وجود عتبة

يمكن الاستفادة من هذا المظهر بزيادة وسيله  
لصياحه السريان بالجري لاني .

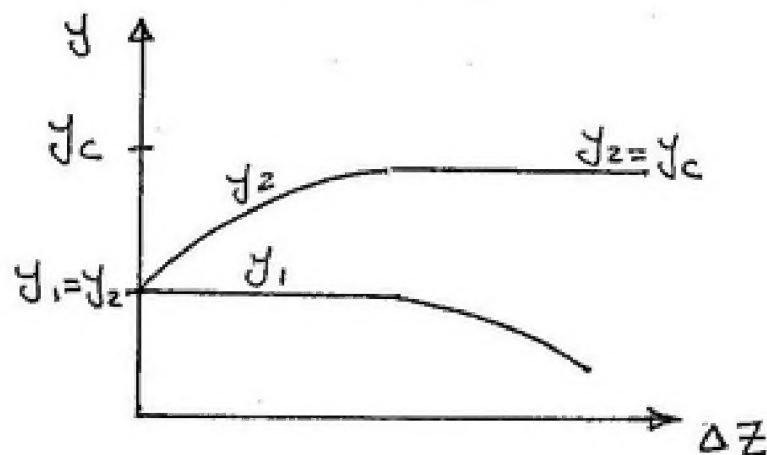
$$y_c = \sqrt[3]{q^2/g} \Rightarrow q$$

$$Q = q \times B :$$

Case (2)  $F_n > 1$

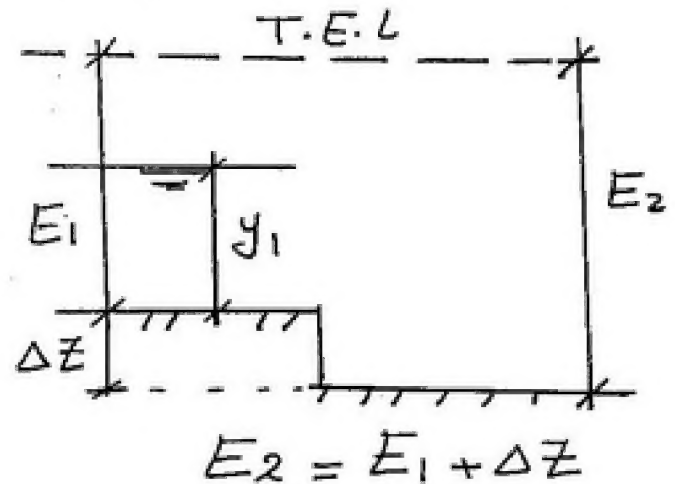
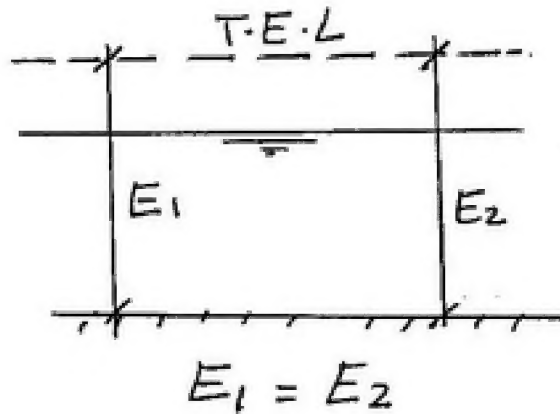


عند ما يكون إريان قبل العتبة في حالة *super-critical* فبعد أنه وجود عتبة في مسار إريان يؤدي إلى زيادة عمق الماء فوقه العتبة وبتزايد ارتفاع العتبة ( $\Delta Z$ ) نجد أنه عمق الماء ( $y_2$ ) يزيد حتى يصل إلى العمق الحرج ( $y_c$ )



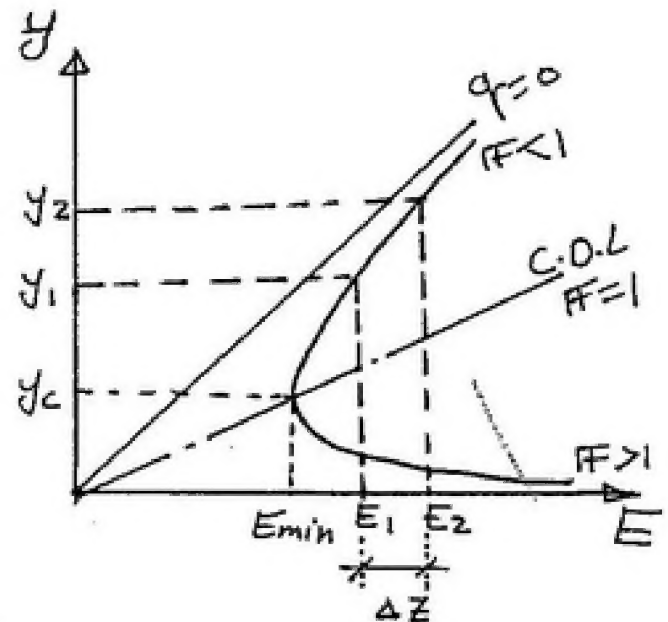
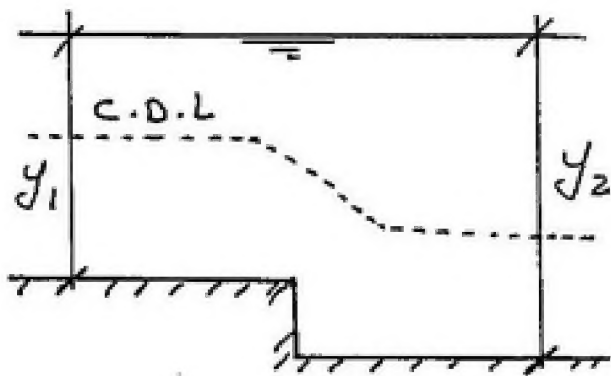
والاستفادة المستدامة لقياسه يعرف

## Drop in Canal bed (depression) انحناء

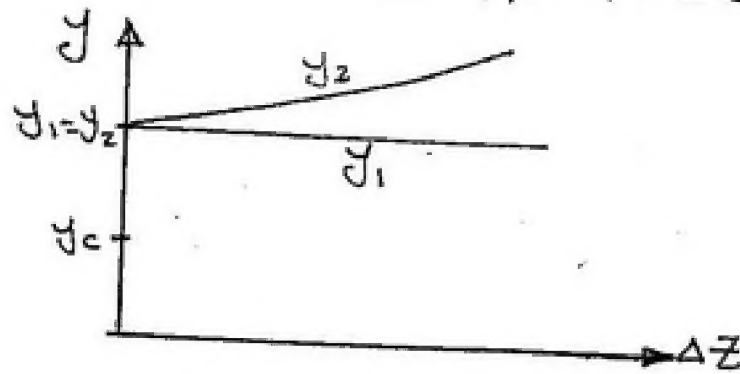


ما هو تأثير انخفاض في قاع المجرى على عمق الماء

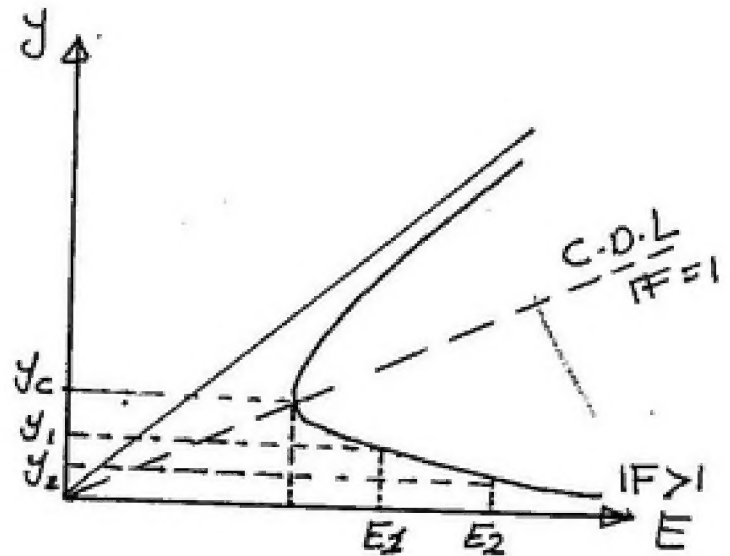
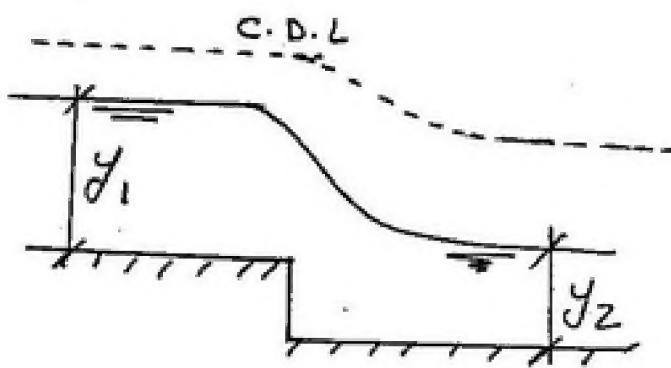
### Case (1) $F_n < 1$



في حالة وجود انخفاض مفاجئ في قاع الجرى لمائى ومع حالة  
الريان sub critical فنجد أن عمق الماء بعد الانخفاض  
( $y_2$ ) يزيد بزيادة الانخفاض ( $\Delta Z$ ) وسيتم هذا الوضع  
ولذلك نصل إلى العمق الحرج



Case (2)  $Fr > 1$ .



في حالة الانخفاض في قاع القناة ومع حالة سرريان لها قيمه  
 $Fr > 1$  نجد أن عمق الماء بعد الانخفاض  $(y_2)$  يقل  
 عمق الماء قبل الانخفاض  $(y_1)$  وانه كلما زاد  
 عمق الانخفاض  $(\Delta Z)$  يقل  $(y_2)$

